

비등방성으로 배열된 기둥으로 이루어진 초소수성 표면에 충돌하는 미소 액적의 젖음 현상 가시화

권대희* · 이상준†

Visualization of Wetting Phenomena of Microdroplets Impinging on Superhydrophobic Textured Surfaces with anisotropically arrayed pillars

Dae Hee Kwon and Sang Joon Lee†

Key Words: Impinging microdroplet(충돌미소액적), Textured surface(결 표면), Wetting state(젖음상태)

1. 서 론

나뭇잎이나 곤충의 다리와 같은 자정(self-cleaning) 기능을 가진 생체 시스템들은 초소수성 표면을 가지고 있으며, 최근 들어 생체모방 기술 개발과 관련하여 많은 관심을 받아오고 있다⁽¹⁻²⁾. 마이크로미터 크기의 기둥들의 배열로 이루어진 결 표면(textured surface)은 이러한 생체모방형 초소수성 표면의 하나이다. 결 표면에 충돌하는 액적의 젖음 상태는 젖음 압력(wetting pressure)과 비젖음 압력(anti-wetting pressure)사이의 상관관계에 따라 결정되는 것으로 알려져 있다⁽³⁻⁴⁾. 여기서 젖음 압력이란 액적이 충돌할 때 가지는 압력으로 동압력(dynamic pressure, P_D)과 수격압력(waterhammer pressure, P_{WH})이다. 그리고 비젖음 압력은 표면의 결에 의해 생성되는 모세관압력(capillary pressure, P_C)이다. 또한 같은 압력에 놓여있는 액적의 경우 Weber수(Weber number, We)에 따라 다른 젖음 현상이 나타난다⁽⁴⁾.

2. 실험 방법

기둥들의 배열이 일정한 결 표면을 사용한 기존 연

구⁽³⁻⁴⁾와는 달리, 본 연구에서는 가로와 세로방향 기둥 사이의 간격이 서로 다른 결 표면을 사용하였다. 따라서, 기둥들의 배열이 비등방성인 결 표면에 충돌하는 액적의 젖음 상태를 젖음 압력과 비젖음 압력 그리고 We 를 변화시키면서 가시화하였다. Fig. 1은 서로 다른 젖음 상태를 가지는 단일 액적의 충돌 과정을 고속카메라(FASTCAM SA 1.1, Photron Inc.)로 촬영하여 살펴본 것이다. 이웃한 영상 사이의 시간간격은 4 ms 이며 노출시간은 1 ms 이다.

3. 결 론

액적의 젖음 압력이 결 표면의 비젖음 압력보다 작을 경우($P_D < P_{WH} < P_C$)에는 Fig. 1(a)와 같이 되튐현상이 나타나지 않는다(non-bouncing). 그리고 We 수가 증가하게 되면 Fig. 1(b)와 같이 되튐현상(bouncing)이 나타났다. We 수가 보다 증가하여 액적의 P_{WH} 가 P_C 보다 커지게 되면($P_D < P_C < P_{WH}$), Fig. 1(c)에서 볼 수 있듯이 액적의 일부분이 결 사이로 침투하는 일부 되튐현상(partially impaled bouncing)이 발생하였다. We 수를 더욱 크게 증가시키면 Fig. 1(d)와 같이 되튐현상이 억제되어 2차 젖음 상태(second non-bouncing)를 유지하였다. 결과적으로, 비등방성으로 배열된 기둥으로 이루어진 결 표면에 충돌하는 액적의 젖음 상태는 기둥들이 일정하게 배열된 표면의 경우와 유사한 젖음 특성을 보여주고 있다.

†포항공과대학교 기계공학과 생체유체연구단
E-mail : sjlee@postech.ac.kr

*포항공과대학교 기계공학과 생체유체연구단

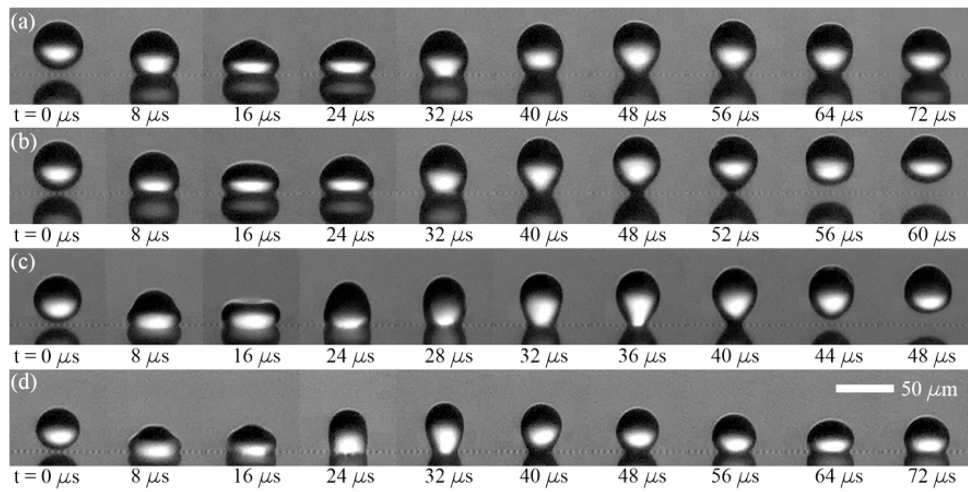


Fig. 1. Sequential images of the impinging microdroplets on textured surfaces with anisotropically arrayed pillars. Each droplet represents four different wetting states, i.e. (a) non-bouncing, (b) bouncing, (c) partially impaled bouncing, and (d) second non-bouncing wetting states.

참고문헌

- 1) Cheng, Y. T., Rodak, D. E., Angelopoulos, A. and Gacek, T., 2005, "Microscopic observations of condensation of water on lotus leaves", *Applied Physics Letters*, Vol. 87(19), pp.194112.
- 2) Roach, P., Shirtcliffe, N. J. and Newton, M. I., 2008, "Progress in superhydrophobic surface development", *Soft Matter*, Vol. 4(2), pp.224-240.
- 3) Deng, T., Varanasi, K. K., Hsu, M., Bhate, N., Keimel, C., Stein, J. and Blohm, M., 2009, *Applied Physics Letters*, Vol. 94(13), pp.133109 (2009).
- 4) Kwon, D. H. and Lee, S. J., 2012, "Impact and wetting behaviors of impinging microdroplets on superhydrophobic textured surfaces", *Applied Physics Letters*, Vol. 100(17), pp.171601.